



УКРАЇНА

(19) UA (11) 65069 (13) C2

(51) МПК (2006)

B01J 20/02

B01J 20/22

B01J 20/30

C02F 1/28

C02F 1/42

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ (ВАРІАНТИ) ТА СПОСІБ ЇЇ ОДЕРЖАННЯ

1

(21) 2003054745

(22) 26.05.2003

(24) 15.02.2006

(46) 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.

(72) Дацкевич Олена Вячеславівна, Гончарук Владислав Володимирович, Качановська Лідія Дмитрівна

(73) ІНСТИТУТ КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЇ ВОДИ  
ІМ. А.В.ДУМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) SU 826943, 30.04.1981

SU 867284, 23.09.1981

JP 62153125, 08.07.1987

GB 2364048 A, 16.01.2002

Шапкин Н. П., Боровик А. Г. и др. Новые пути получения сорбентов для очистки воды и сточных вод на основе природных алюмосиликатов и полисахаридов // Международные научные чтения "Приморские зори-2001". - Владивосток. - 24-26 апр. 2001: Экология, безопасность жизнедеятельности, охрана труда и устойчивое развитие. - Вып. 2. - Владивосток: Изд-во ТАНЭБ. - 2001. - С. 50-52

(57) 1. Композиція для очищення питної води, що містить твердий компонент та високомолекулярну органічну сполуку, яка **відрізняється** тим, що як твердий компонент вона містить фосфатований кристалічний оксид алюмінію, а як високомолекулярну органічну сполуку - поліелектролітний комплекс загальної формули  $R_1-zR_2$  (1), де  $R_1$  означає полісахарид загальної формули  $\{[C_6H_7O_2(OH)_3]_m\}^+OH)_n$  при  $n$  не менше 60 і  $m=1-3$ ,  $R_2$  означає оксикислоту, вибрану з ряду, що містить молочну, яблучну, винну та лимонну кислоти,  $z=1-3$  при наступному співвідношенні компонентів, % мас.:

фосфатований кристалічний оксид алюмінію	99,3-99,5
поліелектролітний комплекс загальної формули (1)	0,5-0,7.

2. Композиція за п. 1, яка **відрізняється** тим, що вона містить поліелектролітний комплекс загаль-

2

ної формули (1) у вигляді наноплівки на поверхні твердого компонента.

3. Композиція для очищення питної води, що містить твердий компонент та високомолекулярну органічну сполуку, яка **відрізняється** тим, що як твердий компонент вона містить водонерозчинний біогенний кальцієвмісний мінерал, а як високомолекулярну органічну сполуку - поліелектролітний комплекс загальної формули  $R_1-zR_2$  (1), де  $R_1$  означає полісахарид загальної формули  $\{[C_6H_7O_2(OH)_3]_m\}^+OH)_n$  при  $n$  не менше 60 і  $m=1-3$ ,  $R_2$  означає оксикислоту, вибрану з ряду, що містить молочну, яблучну, винну та лимонну кислоти,  $z=1-3$  при наступному співвідношенні компонентів, % мас.:

водонерозчинний біогенний кальцієвмісний мінерал	99,5-99,7
поліелектролітний комплекс загальної формули (1)	0,3-0,5.

4. Композиція за п.3, яка **відрізняється** тим, що містить поліелектролітний комплекс загальної формули (1) у вигляді наноплівки на поверхні твердого компонента.

5. Спосіб одержання композиції для очищення питної води, що полягає у взаємодії полісахариду та модифікатора, який **відрізняється** тим, що як модифікатор використовують оксикислоти, у водний розчин модифікатора вводять полісахарид, суміш нагрівають до 55-65°C, витримують 4-6 хвилин, охолоджують до 5-10°C і знову нагрівають до 55-65°C, потім в одержаний розчин модифікованої високомолекулярної органічної сполуки вводять активний твердий дисперсний компонент, суспензію витримують 25-30 хвилин, відділяють тверду фазу та висушують її.

6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що як твердий компонент використовують фосфатований кристалічний оксид алюмінію або водонерозчинний біогенний кальцієвмісний мінерал.

(13) C2

(11) 65069

(19) UA

Винахід належить до галузі оброблення води та створення нанокомпозитів, зокрема, для сорбційного доочищення питної води і може бути використаний для поліпшення споживчої якості води, що надходить із міського водопроводу або накопичувальних ємностей.

Нагромадження техногенного та антропогенного забруднення в навколишньому середовищі суттєво погіршує якість води та нагально потребує розробки нових технологій і матеріалів, здатних поліпшити споживчі властивості (запах, кольоровість і т. ін.) питної води. Одним з найбільш перспективних та сучасних підходів до вирішення цих проблем є створення принципово нових високоефективних нанокомпозитів та способів сорбційного доочищення води з їх використанням. На даний час особлива увага приділяється безпечності складів (композитів), що застосовуються, і зниженню їх залишкового вмісту у воді. Використання екологічно чистих реагентів, зокрема, тих класів, що відносяться до харчових продуктів та їх похідних (полісахариди), і може вирішити цю гостру життєво необхідну проблему.

Відомий склад для очищення води та спосіб його одержання [пат. США №4908137, опубл. 13.03.90] [1].

Відповідно до [1], для видалення іонів важких металів водний розчин, що містить такі іони, приводять у контакт з іонообмінним матеріалом, що містить модифікований полісахарид та модифікований кремнезем. Але іонообмінні процеси мають свої обмеження та проблеми, як і кожний типовий процес. По-перше, не вирішене питання з відходами, які утворюються в процесі регенерації іонітів, тому що з ними скидається велика кількість солей, що завдає шкоди навколишньому середовищу. По-друге, не вирішена також проблема утилізації іонообмінних синтетичних смол, які втратили свою первинну обмінну ємність, що призводить до забруднення природного середовища.

Спосіб [А.с. СРСР №704910, опубл. 28.12.79.] [2] діставання з водних розчинів мікродомішок кольорових металів та заліза полягає в тому, що вода контактує з прищепленим співполімером целюлози та поліакрилітоаміду в нейтральному або слабко лужному середовищі (рН = 7,10-8,15). Проте, органічний реагент [2], що вводиться, дуже дорогий та токсичний продукт, а ступінь очищення від таких металів як алюміній, марганець та нікель не високий.

Відома технологія очищення води від поліютантів (від пізньолатинської *pollutio* - забруднення) за допомогою хімічно модифікованих сорбентів із відходів деревопереробної та целюлозно-паперової промисловості [Тимофеева С.С., Лыкова О.В., Кухарев Б.Ф. Использование химически модифицированных сорбентов для извлечения металлов из сточных вод // Химия и технология воды. - 1990. - Т. 12, №6. - С.505-508.] [3]. Модифікацію здійснюють витримуванням тирси в розчині реагенту, який містить гетероциклічні азотисті сполуки або похідні моноетаноламіну при співвідношенні реагентхорбент 1:10-100 протягом 1-24 годин чи пропусканням розчину модифікатора через шар сорбенту в колонці.

Недоліком зазначеної технології є те, що для модифікації тирси використовуються синтетичні азотвмісні сполуки, які належать до токсичних речовин, що постійно вимиваються з модифікованого сорбенту в стоки, що очищаються, і це призводить, з одного боку, до їх вторинного забруднення токсикантами, а з другого - до необхідності додаткової модифікації сорбенту.

Відомо використання активованого деревного вугілля для очищення води, [пат. Росії №2162010, опубл. 08.05.2001] [4]. Однак істотним недоліком активованого вугілля є те, що органічні речовини, які на ньому накопичуються в процесі адсорбції, стають живильним середовищем для бактерій, і через деякий час вода, що виходить із фільтра, може виявитися сильно забрудненою мікроорганізмами.

Таким чином, відомі технології очищення мають або обмежене застосування (очищення стічних вод), або низьку ефективність, але в цілому вони не вирішують основних природоохоронних, технічних та економічних питань очищення води.

Найбільш близьким аналогом до винаходу по технічній сутності й результату, що досягається, є матеріал (композит) і спосіб його застосування, описані в патенті Франції №2635770 «Спосіб видалення іонів металів із водного розчину» (1990р.) [5].

Відповідно до [5], для діставання важких металів (Cd, Cu, Zn, Hg, Pb, Ni) з водного розчину, зазначений розчин вводять в контакт із твердою речовиною, що складається з нерозчинного в воді полімерного матеріалу - полісахариду Sepharose 4B, до якого приєднані молекули полі(γ-глутамілцистеїніл) гліцинів протягом часу, достатнього для зв'язування металів із зазначеними гліцинами. Як джерело полігліцину використовували кадмій-толерантні культури *Datura innoxia*, що зберігали здатність до росту в присутності токсичних концентрацій кадмію після 700 поколінь культивування без кадмію. Культури вирощували в стандартному середовищі, що містить 250мкМ CdCl<sub>2</sub> не менше 48 годин при 30°C при струшуванні. Для екстрагування поліпептидів: культури промивають буфером, клітини збирають центрифугуванням на малій швидкості, знову суспендують в буфері і руйнують гомогенізатором, центрифугують і надоводову рідину пропускають через колонку Sephadex G-50 для відокремлення поліпептиду від основної маси клітинного матеріалу, відбирають фракції, що містять кадмій і концентрують ультрацентрифуванням. Полісахарид Sepharose 4B (Sigma Chemical Co.) промивають тридистиллятом, суспендують у рівному об'ємі 5М фосфату калію, охолоджують на льоду, додають по краплях 0,4 об'єму розчину 100мг/моль ціаногенброміду в дистилляті протягом приблизно 2 хвилин. Суспензію залишають на льоду на 8хв. для проходження реакції. Активовану Sepharose промивають 5 об'ємами розчину 0,25М NaHCCb, рН 9,0, змішують із розчином, що містить полігліцин і залишають на ніч при кімнатній температурі. Заливають у пластикову колонку зі скляною фритую на дні і в міру витікання розчину промивають 5 об'ємами розчину бікарбонату натрію, (рН 9,0), 5 об'ємами розчину

1М NaCl, 5 об'ємами 1М етаноламіну, (рН 9,0), знову бікарбонатом і водою.

Як показали наші дослідження при очищенні води з накопичувальної ємності (табл. 1) відомим композитом, він не дозволяє забрати мікродомішки ряду багатовалентних металів (наприклад,  $Al^{3+}$ ) до норм ГОСТу, крім того, практично не вилучаються органічні поліютантні (наприклад, кольоровість після очищення відомим складом не відповідає ГОСТу на 50%).

Слід також зазначити, що відпрацьований відомий сорбент [5] містить шкідливі для людського організму полі( $\gamma$ -глутамілцистеїніл) гліцини, що саме по собі являє загрозу здоров'ю людини. Відомий спосіб передбачає регенерацію сорбенту органічними кислотами, що у свою чергу веде до забруднення навколишнього середовища і додатковому споживанню води та її наступному очищенню.

Таким чином, недоліками відомого сорбенту-композиту є: недостатній ступінь очищення води від органічних забруднень і мікродомішок багатовалентних металів, що у свою чергу веде до погіршення споживчих якостей питної води. Також необхідно відзначити, що відомий спосіб одержання відомого композиту складний, трудомісткий, тривалий і передбачає використання шкідливих речовин.

В основу винаходу поставлена задача розробити композиційний матеріал для очищення питної води (варіанти), у якому використання твердого компонента нової природи з наноплівкою з нетоксичного природного матеріалу забезпечувало б високу ефективність очищення від мікродомішок поліютантів різної природи, що дає можливість поліпшити споживчі якості питної води без повторного її забруднення умовно токсичними речовинами, які вносяться складом для очищення. Задача розробки композиції для очищення вирішується і запропонованим способом її одержання (варіанти), що позбавлений трудомісткості, простий по своїй технічній реалізації і при його реалізації потрібно мінімальна кількість реагентів.

Для вирішення поставленої задачі запропоновані варіанти композиції.

Варіант 1. Запропоновано композицію для очищення питної води, що включає твердий компонент і високомолекулярну органічну сполуку, що, відповідно до винаходу, як твердий компонент містить фосфатований кристалічний оксид алюмінію, а як високомолекулярну органічну сполуку - поліелектролітний комплекс загальної формули  $R_1 \cdot zR_2$  (1) при  $z=1-3$ , де  $R_1$  - полісахарид загальної формули  $[C_6H_7O_2(OH)_{3-m}]^+(OH)_m]_n$  при  $n$  не менше 60 і  $m=1-3$ ,

$R_2$  - оксикислота, вибрана з ряду, що містить молочну, яблучну, винну та лимонну кислоти і компоненти беруть при наступному співвідношенні, % мас:

фосфатований кристалічний оксид алюмінію	99,3-99,5;
поліелектролітний комплекс загальної формули (1)	0,5-0,7.

Варіант 2. Запропоновано композицію для очищення питної води, що включає твердий компонент і високомолекулярну органічну сполуку, що

відповідно до винаходу як твердий компонент містить водонерозчинний біогенний кальційвмісний мінерал і компоненти беруть при наступному співвідношенні, % мас:

водонерозчинний біогенний кальційвмісний мінерал	99,5-99,7;
поліелектролітний комплекс загальної формули (1)	0,3-0,5.

При цьому композиція для очищення питної води вміщує поліелектролітний комплекс загальної формули (1) у вигляді наноплівки на поверхні твердого компонента.

Поставлена задача вирішується і запропонованим способом одержання композиції (варіанти), що включає взаємодію полісахариду і модифікатора в якому, відповідно до винаходу, в водний розчин модифікатора вводять водорозчинний полісахарид, суміш нагрівають до 55-65°C, витримують 4-6 хвилин, охолоджують до  $\pm 5^\circ C$  і знову нагрівають до 55-65°C, потім в отриманий розчин високомолекулярної органічної сполуки вводять активний твердий дисперсний компонент, суспензію витримують 25-30 хвилин із наступним відділенням твердої фази та її сушінням; при цьому як модифікатор використовують (прості) органічні оксикислоти, а як твердий компонент використовують фосфатований кристалічний оксид алюмінію або водонерозчинний біогенний кальційвмісний мінерал.

Сутність винаходу полягає в розробці сорбційного матеріалу, здатного діставати мікродомішки поліютантів різної природи з води, підвищуючи тим самим її споживчі якості, але при цьому сам матеріал має бути абсолютно нешкідливим, доступним і екологічним. Усім цим вимогам відповідають наноконпозиційні матеріали, складені компоненти яких мають природне походження і при мінімальній кількості (наноплівка) високомолекулярного компонента максимально підсилюють сорбційні властивості матеріалу. У практиці водоочищення і водопідготовки використання таких матеріалів поки що незначне.

Відмінною рисою композиції, що заявляється, є те, що її одержують, іммобілізуючи на твердий порошок природного походження наноплівку з поліелектролітного комплексу, отриманого методом молекулярного збирання хімічно комплементарних молекул полісахариду типу  $\alpha$ -D-глюканів (диспергований крохмаль, декстран, глікоген, циклодекстрин) і простих органічних оксикислот (молочна, яблучна, винна, лимонна кислоти). Поліютантні утворюють із полісахаридами внутрікомплексні сполуки, стабілізовані за рахунок присутності модифікатора (органічні оксикислоти) і дістаються з розчину. Оптимальні умови комплексоутворення: 20-25°C, 60-90 хвилин, рН=7 ( $\sim 40-45$  мг/г = Поліютант/Полісахарид).

Технологія включає одержання гранул, що складаються з твердофазного ядра, покритого модифікованою полісахаридною наноплівкою з утворенням тришарової системи, здатної до регуляції адсорбційної активності, що зв'язує різні домішки. Нами встановлено, що наявність на мінеральній поверхні наноплівки з полісахаридної композиції істотно підвищує ефективність адсорбції іонів важких металів ряду органічних сполук.

Збільшення енергії адсорбції іонів відбувається під впливом плівки, що утворюється з високомолекулярної органічної сполуки на поверхні мінеральних зерен.

Таким чином, сукупність істотних ознак композицій, що заявляються, для очищення води і способу їх одержання, є необхідною і достатньою для досягнення забезпеченого винаходом технічного результату - підвищення ступеня очищення води від мікродомішок поліютантів різної природи, причому глибина очищення, що досягається, вище вимог ГОСТу (табл.1); за рахунок чого підвищуються споживчі якості питної води і виключається повторне її забруднення умовно-токсичними речовинами. З даних табл. 1 також випливає, що запропонований сорбент володіє незрівнянно більшою сорбційною здатністю в порівнянні з відомим.

При одержання композицій, що заявляються, для очищення питної води від мікродомішок (варіанти) використовують такі речовини:

Фосфатований кристалічний оксид алюмінію, який складається з оксиду алюмінію та алюмофосфаторганічної речовини, загальної формули  $[-Al(PO_4)R-]_n$ , де  $n$  не менше 2, а  $R$ -алкільний, арильний або алкіламіний радикал - Пат. України №51683

Кальційвмісний біогенний мінерал:

концентрат апатитовий,  $Ca_5[PO_4]_3 (F, Cl, OH)$  - ГОСТ 22275-90

Органічні оксикислоти - ГОСТ 3652-89

1. Молочна кислота  $HOOCCHONCH_2COOH$

2. Яблучна кислота  $HOOCCHONCH_2COOH$

3. Винна кислота  $HOOCCHONCHONCOOH$

4. Лимонна кислота  $HOOCCH_2CHONCH_2COOH$

Полісахариди:

1. диспергований крохмаль - ГОСТ 7699-89

2. декстрин - ГОСТ 6034-88

3. глікоген, циклодекстрин - фірма SIGMA

Вміст поліютантів у воді визначали відомими методами іонометрії та атомно-адсорбційної спектроскопії [Крешков А.П. Основы аналитической химии. Физические и физико-химические методы анализа. - М.: «Химия». -1977.-488с.] [6].

Приклади реалізації по винаходу.

Приклад 1. Одержання композиції, що містить фосфатований кристалічний оксид алюмінію, до складу якого входить алюмофосфаторганічна речовина формули  $[Al(PO_4)C_8H_{17}NH_2-]_3$ , і високомолекулярна органічна сполука (варіант 1).

В 1 літрі 1%-ного водного розчину лимонної кислоти при інтенсивному перемішуванні розчиняють 10г декстрину з м. м. 10000, суміш нагрівають до 60°C, витримують 5 хвилин, потім швидко охолоджують на льоду, витримують 5 хвилин і знову нагрівають до 60°C. Після цього в розчин

вводять 100г диспергованого (розмір гранул 0,1-0,5мм) фосфатованого кристалічного оксиду алюмінію, витримують 30 хвилин при інтенсивному перемішуванні. Осад відокремлюють декантацією (час декантації 30 хвилин) і сушать при 80°C протягом 12 годин. Отриманий продукт по своїх характеристиках є готовим матеріалом для очищення питної води і містить, % мас:

фосфатований кристалічний оксид алю-

мінію 99,5;

поліелектролітний комплекс формули

$\{[C_6H_7O_2(OH)_2]^+(OH)]_{60} \cdot COOH-CON- COOH-CH_2-COOH$  0,5.

В розчин, що залишився після декантації, можна ще до 10 разів занурювати по 100г диспергованого фосфатованого кристалічного оксиду алюмінію, і тим самим, в цілому, одержати близько 1кг композиції, що заявляється, для очищення води. Кількість реагентів розраховують з урахуванням зв'язування загальної кількості оксикислоти в поліелектролітному комплексі.

Приклад 2. Одержання композиції, що містить водонерозчинний біогенний кальційвмісний мінерал і високомолекулярна органічна сполука.

В 1 літрі 1%-ного водного розчину яблучної кислоти при інтенсивному перемішуванні розчиняють 10г циклодекстрину з м.м. 50000, суміш нагрівають до 55°C, витримують 6 хвилин, потім швидко охолоджують на льоду, витримують 6 хвилин і знову нагрівають до 55°C. Після цього в розчин вводять 100г диспергованого (розмір гранул 0,1-0,5мм) водонерозчинного біогенного кальційвмісного мінералу (фторопатит), витримують 30 хвилин при інтенсивному перемішуванні. Осад відокремлюють декантацією (час декантації 30 хвилин) і сушать при 80°C протягом 12 годин. Отриманий продукт по своїх характеристиках є готовим матеріалом для очищення питної води і містить, % мас:

біогенний кальційвмісний мінерал 99,7;

поліелектролітний комплекс формули

$\{[C_6H_7O_2(OH)]^+(OH)_2\}_{300} \cdot 2COOH-C_2H_4O-COOH-$  0,3.

Готова композиція (за прикладами 1 і 2) у кількості 50 грам опускають у 3л води з накопичувальної ємності на 60 хвилин, збовтують і після декантації досліджують якість очищеної води.

Для очищення відпрацьованої композиції від поліютантів проводять ультразвукову обробку з частотою коливань 1-100КГц, при цьому відбувається десорбція адсорбованих речовин. Відпрацьовану композицію можна компостувати без шкоди для навколишнього середовища.

Отримані результати представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Показники води	Вода з накопич, ємності	Вимоги ГОСТ	Відомий матеріал	Запропонована композиція	
				приклад 1	приклад 2
1	2	3	4	5	6
Кольоровість, град	50,0	20,0	30,0	15,0	10,0
Мутність, мг/л	4,0	1,5	2,0	1,5	1,5
Запах, бали	5,0	2,0	2,5	1,0	1,0
Присмак, бали	3,0	2,0	3,0	0,0	0,5
Хлориди (Cl <sup>-</sup> ), мг/л	450,	350,0	300,0	350,0	300,0
Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), мг/л	500,0	500,0	500,0	280,0	350,0
Нітрати, мг/л	20,0	10,0	20,0	5,0	10,0
Залізо (Fe <sup>3+</sup> ), мг/л	5,0	0,3	3,0	0,1	0,1
Марганець (Mn <sup>2+</sup> ), мг/л	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1
Мідь (Cu <sup>2+</sup> ), мг/л	2,0	1,0	1,0	0,05	0,0
Цинк (Zn <sup>2+</sup> ), мг/л	8,0	5,0	5,0	4,0	1,0
Свинець (Pb <sup>2+</sup> ), мг/л	0,5	0,1	0,2	0,1	0,0
Залишковий (Al <sup>3+</sup> ), мг/л	2,0	0,5	2,0	0,1	0,0
Поліакриламід, мг/л	4,0	2,0	-	1,0	0,5

Як випливає з даних табл. 1, відомий спосіб [5] не забезпечує дотримання санітарних норм по граничнодопустимих концентраціях цілого ряду речовин. Ступінь очищення води від металів по пропонованому способу складає 99,0-100%, по відомому знаходиться в межах 95,0-97,5%; ступінь очищення від органічних домішок по пропонованому способі складає 99,0-100%, по відомому не визначається. Вміст хлориду натрію у фільтраті залишається без змін.

Аналогічно прикладам реалізації по винаходу нами були отримані композиції для очищення питної води, що містять інгредієнти в межах, що заявляються, відповідно до винаходу і при виході за граничні значення.

Заявником встановлено, що високі сорбційні якості композицій для очищення питної води забезпечуються кількістю, що заявляється, (0,5-0,7% мас.) і (0,3-0,5% мас.) поліелектролітного комплексу, до складу макромолекул якого входять фрагменти структурних формул, представлених у табл. 2 і відповідною кількістю фосфатованого кристалічного оксиду алюмінію (склад по варіанту 1, приклади 1-7) і водонерозчинного біогенного кальцієвмісного мінералу (склад по варіанту 2, приклади 8-12).

При позамежних значеннях вмісту поліелектролітного комплексу і твердої фази ефективність очищення значно зменшується як для композицій по варіанту 1 (приклади 13-14), так і для композицій по варіанту 2 (приклади 15-16).

Вміст, що заявляється, інгредієнтів композицій для очищення питної води забезпечується умовами одержання поліелектролітного комплексу при взаємодії полісахариду і модифікатора, із наступною іммобілізацією високомолекулярної сполуки твердим дисперсним компонентом і утворенням наноплівки.

Дотримання температурно-часових параметрів, що заявляються, дозволяє одержати поліелектролітний комплекс у вигляді наносфер полісахаридів з інкапсульованими оксикислотами. Такі

наносфери закріплюються на поверхні твердого компонента, утворюючи наноплівку і, як ми вважаємо, сферичність забезпечує максимальну задіяність високомолекулярного органічного компонента при комплексоутворенні з поліюантами, а наявність оксикислот дозволяє стабілізувати ці комплекси.

Достоїнством запропонованих композицій є можливість використання їх для глибокого очищення питної води від іонів важких металів (ступінь очищення складає 99-100%) і забезпечення можливості очищення від органічних речовин до рівня вимог ГОСТу, на відміну від відомого [5], при використанні якого органічні поліюанти не дістаються.

Крім того, запропонований композит має наступні переваги перед відомим. По-перше, як твердий порошкоподібний компонент у запропонованому винаході використовують не синтетичний інертний матеріал, а природний неорганічний носій з досить високими адсорбційними характеристиками, що забезпечує синергійний ефект; по-друге, полісахариди, на відміну від поліпептидів, є традиційно доступними й екологічно чистими речовинами, що навіть при підвищених концентраціях не є загрозою для здоров'я людини; і, по-третє, регенерація відпрацьованої композиції, що заявляється, не вимагає використання токсичних речовин, як у відомому [5] способі.

Розглянуті полісахариди, що є основним компонентом поліелектролітного комплексу [формула (1)], відносяться до найбільш розповсюджених біополімерів, а з огляду на їх високу біосумісність, біоруйнування та нетоксичність роблять їх досить цінними при виготовленні сорбційних матеріалів, особливо при модифікації їхньої структури шляхом включення в полімер-полімерні комплекси, що дозволяє направлено змінювати їх властивості.

Слід також зазначити, що запропонований спосіб одержання композиції відрізняється від відомого простотою реагентного й апаратурного оформлення, а також екологічно безпечний.

Таблиця 2

№ за пп	Композиція				Ступінь очищення від полкутантів, %		
	Поліелектролітний комплекс		Твердий компонент % мас.				
	формула	% мас.	ФКОА	БКМ	Al <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	ПАА
1	2	3	4	5	6	7	8
за винаходом							
1.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> 3(OH)] <sub>60</sub> ·3CH <sub>3</sub> CHONCOOH	0,7	99,3	-	99,8	99,8	99,0
2.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> 3(OH)] <sub>60</sub> ·3CH <sub>3</sub> CHONCOOH	0,5	99,5	-	100,0	100,0	99,5
3.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>60</sub> ·HOOCCH <sub>2</sub> CHONCH <sub>2</sub> COOH	0,5	99,5	-	100,0	99,9	100,0
4.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>300</sub> ·2HOOCCHONCH <sub>2</sub> COOH	0,5	99,5	-	99,9	99,9	100,0
5.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>100</sub> ·HOOCCH <sub>2</sub> CHONCH <sub>2</sub> COOH	0,5	99,5	-	100,0	99,8	99,5
6.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>100</sub> ·HOOCCH <sub>2</sub> CHONCH <sub>2</sub> COOH	0,7	99,3	-	99,9	99,8	99,5
7.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>200</sub> ·HOOCCH <sub>2</sub> CHONCH <sub>2</sub> COOH	0,5	99,5	-	100,0	100,0	99,0
8.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>300</sub> ·2HOOCCHONCH <sub>2</sub> COOH	0,3	-	99,7	100,0	99,8	99,0
9.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>300</sub> ·2HOOCCHONCH <sub>2</sub> COOH	0,5	-	99,5	100,0	99,8	99,5
10.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> 3(OH)] <sub>60</sub> ·3HOOCCHONCH <sub>2</sub> COOH	0,3	-	99,7	100,0	99,8	100,0
11.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>60</sub> ·HOOCCH <sub>2</sub> CHONCH <sub>2</sub> COOH	0,3	-	99,7	100,0	100,0	100,0
12.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>60</sub> ·HOOCCH <sub>2</sub> CHONCH <sub>2</sub> COOH	0,5	-	99,5	99,8	100,0	99,0
поза межні значення							
13.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>300</sub> ·2HOOCCHONCH <sub>2</sub> COOH	0,35	99,65	-	92,0	95,0	95,0
14.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>300</sub> ·2HOOCCHONCH <sub>2</sub> COOH	0,85	99,15	-	95,0	96,0	90,0
15.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>60</sub> ·HOOCCH <sub>2</sub> CHONCH <sub>2</sub> COOH	0,15	-	99,85	87,0	90,0	95,0
16.	[(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> (OH)] <sub>60</sub> ·HOOCCH <sub>2</sub> CHONCH <sub>2</sub> COOH	0,65	-	99,35	95,0	97,0	90,0

ФКОА - фосфатований кристалічний оксид алюмінію;

БКМ - біогенний кальційвмісний мінерал;

ПАА - поліакриламід.